

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-261034

(P 2 0 0 0 - 2 6 1 0 3 4 A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>  
H01L 33/00

識別記号

F I  
H01L 33/00

テームコード (参考)

C 5F041  
D  
N

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願平11-63047

(22) 出願日 平成11年3月10日 (1999.3.10)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 中村 孝夫

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(72) 発明者 松原 秀樹

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外2名)

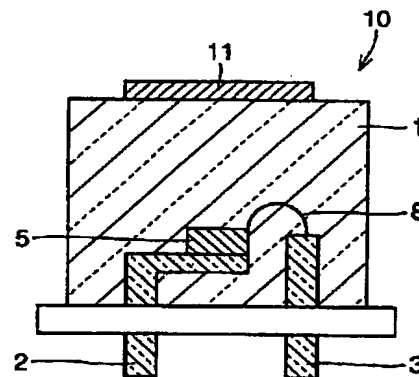
Fターム(参考) 5F041 AA11 AA12 CA34 CA43 CA48  
CA50 CA55 CA57 DA04 DA09  
DA43 EE11 EE23

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】 製造工程が単純で、発光取出効率が高く、さらに製造コストを切り下げることができるように改良された発光装置を提供することを主要な目的とする。

【解決手段】 当該発光装置は、第1波長の光を発光する第1の半導体基板5を備える。第1半導体基板5の上に、第1半導体基板5から出射される第1波長の光の一部を透過させ、かつその一部を吸収し、第2波長の光を発光させる第2の半導体基板11を備える。第1波長の光と第2の波長の光の合成光が白色になる。



1: 透明モールド  
5: 発光素子  
11: 窓材

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 波長の光を発光する第 1 の半導体基板と、

前記第 1 の半導体基板の上に設けられ、該第 1 の半導体基板から出射される前記第 1 波長の光の一部を透過させ、かつその一部を吸収し、第 2 波長の光を発光させる第 2 の半導体基板とを備えた発光装置。

【請求項 2】 前記第 2 の半導体基板は、樹脂を介在させて、前記第 1 の半導体基板の上に設けられている、請求項 1 に記載の発光装置。

【請求項 3】 前記第 2 の半導体基板は、不活性ガスを介在させて、前記第 1 の半導体基板の上に設けられている、請求項 1 に記載の発光装置。

【請求項 4】 前記第 2 の半導体基板は、前記第 1 の半導体基板に直接接触するように設けられている、請求項 1 に記載の発光装置。

【請求項 5】 前記第 2 の半導体基板の表面は、上に凸の曲面である、請求項 1 ～ 4 に記載の発光装置。

【請求項 6】 前記第 1 の半導体基板は複数層構造を有する、請求項 1 ～ 5 に記載の発光装置。

【請求項 7】 前記第 2 の半導体基板は複数層構造を有する、請求項 1 ～ 6 に記載の発光装置。

【請求項 8】 前記第 2 の半導体基板の材質および厚み、該基板中の不純物の種類、該不純物の濃度は、前記第 1 波長の光と前記第 2 波長の光の合成光が白色になるように選ばれている、請求項 1 ～ 7 に記載の発光装置。

【請求項 9】 前記第 1 の半導体基板は、ⅢⅤ族またはⅡⅥ族化合物半導体基板を含み、前記第 2 の半導体基板は、ⅡⅥ族化合物半導体基板を含む、請求項 1 ～ 8 に記載の発光装置。

【請求項 10】 前記第 2 の半導体基板中の不純物は、Li、Na、Cu、Ag、Au、N、P、As、I および Al からなる群より選ばれる、請求項 1 または 9 に記載の発光装置。

【請求項 11】 当該発光装置は照明装置または液晶表示装置のバックライトに使用される、請求項 1 ～ 10 に記載の発光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、一般に発光装置に関するものであり、より特定的には、省エネルギーおよび低コスト化を図ることができるように改良された発光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 トランジスタが真空管を一掃したように、21 世紀には、白色電球および蛍光灯までも、省エネルギー、低コストの観点から、LED 化されるものと思われる。

【0003】 発光ダイオード (LED) として、赤色、黄色、緑色、青色などの単色のものが既に製造販売され

ている。赤色の高輝度発光ダイオード (LED) としては数 Cd (カンデラ) 以上のものが既に市販されている。これは AlGaAs や GaAsP 等を発光層とした赤色 LED である。これは低価格の LED であり広い用途に利用されている。GaP を発光層とする緑・黄緑色の LED も製造販売されている。青色 LED としては、SiC を活性層とするものがある。青・緑には GaInN を活性層とする LED がある。橙色、黄色には AlGaInP を発光層とする素子がある。いずれも安価で実用的な LED である。このうち GaP、SiC は間接遷移型の半導体であるから効率が悪く、カンデラ級の出力には至っていない。

【0004】 これら LED は、いずれも発光層材料のバンド間の電子遷移を利用しているから、単色光しか出ない。だから LED といえば単色であった。単色の LED には表示用 LED など多くの用途がある。しかし単色 LED だけではすべての光源にとって代わることはできない。照明などの用途、特別の表示などの用途、液晶バックライトなどの用途には、単色光源では役に立たない。

照明に単色光を使うと物体が皆その色に見える。液晶バックライトに単色光を使うと、その色の濃淡画像しか見えない。

【0005】 したがって、どうしてもすべての色を含む白色の光源が必要である。ところが白色の出る半導体発光素子はない。照明用光源としては、今なお白熱電球、蛍光灯などが広く使われている。白熱電球は効率が悪く、また寿命も短い。蛍光灯は効率はともかく、寿命が短い。安定器のような重量物が必要である。また、サイズも大きすぎる。このような難点がある。

【0006】 寸法が小さいこと、周辺回路が簡単であること、寿命が長いこと、発光効率がよいこと、安価であることなどが白色光源に対し、望まれるところである。これらの要件を満足するには、やはり半導体発光素子しかないように思われる。しかし、前述のように、半導体発光素子はバンドギャップ間の電子遷移を用いるからどうしても単色光しか出ない。半導体素子は単独では白色光を発生することができない。

【0007】 3 原色である青色、緑色、赤色の LED を使えば、白色 LED を作るができるだろう。GaN を用いた青色 LED も市販されるようになり、3 原色の LED は揃っている。しかし、3 つもの発光素子を組合せるのでは高コストになってしまう。製品コストだけでなく電力も 3 倍必要であり、効率がよいとはいえない。3 原色の間でのバランスを調整する必要もある。回路も複雑にならざるを得ない。サイズの点でも不利である。このように複数の LED を組合せて白色光を作るのではあまり利益がない。やはり、単一の LED で白色を出すのが望ましい。

【0008】 GaN 系の LED と YAG 系蛍光体を組合せた白色 LED の試みが提案されている。たとえば次の

10

20

30

40

50

文献に紹介されている白色半導体発光素子がある。

【0009】① 「光機能材料マニュアル」光機能材料  
マニュアル編集幹事会編、オプトエレクトロニクス社  
刊、第457頁、1997年6月

図6および7に、この従来の素子の断面図を示す。この  
素子は、GaInNを活性層とするGa系LEDチップを、黄色の発光をするYAG蛍光材に埋込んだ構造を  
している。

【0010】樹脂の透明モールド1の中に、第1リード  
2、第2リード3が固定されている。第1リード2の表  
面では、図のように、窪み4が形成されている。窪み4  
にGaInN活性層を持つGa系LEDチップ5が固  
定されている。LED5をすっぽりと覆うように黄色の  
YAG蛍光体6が、窪み4に充填されている。Ga系  
LEDの上面にはアノード電極とカソード電極があり、こ  
れらがワイヤ7、8によってリード2、3に接続されて  
いる。チップの上面に、N側電極（カソード）とP側電  
極（アノード）を作る。アノードからカソードに電流を  
流すとGa系LED5が青色の光Eを出す。青色の光E  
の一部は、そのままYAG蛍光体6を透過して外部に出  
射される。残りは蛍光体6に吸収され、より波長の長い  
黄色の光Fを出す。青色の光Eと黄色の光Fが重なって  
出る。合成された光は白色である。つまり、この従来例  
によれば、Ga系LEDの青色と、これによって励起さ  
れた蛍光とを重ね合わせて白色を出しているのである。

【0011】LEDの発光は電子のバンド間遷移による  
積極的な発光である。蛍光体はその光を吸収し、内部の  
電子が基底バンドから上のバンドへ励起され、その電子  
が発光中心と呼ばれる準位を介して基底バンドに落ちる  
ときに光を発する。当然この励起発光では、LEDの光  
よりエネルギーが低い、光が出る。適当な蛍光体でLED  
を囲むと、LEDの固有の光とそれより長い波長の蛍光  
が出るようになる。YAG蛍光体はちょうど黄色の光を  
出すから、これがLEDの青色と合成され、白色にな  
る。可視光の中で青は波長が短く、エネルギーが高い。青  
色発光素子が存在するから、このようなことが可能にな  
る。

【0012】図8に、Ga系YAG発光素子の発光ス  
ペクトルを示す。横軸は波長、縦軸は発光強度（任意目  
盛）である。460nmの鋭いピークがGa系LED  
の光によるものである。550nmあたりの幅広い山  
は、YAG蛍光体による蛍光に基づく。肉眼は色を分離  
して観察できないから、2つが合成されて白色発光のよ  
うに見える。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、Ga系YAG  
発光素子にはいくつかの難点がある。Ga系LED  
とは全く異質の物質であるYAG蛍光体が多分に必要と  
なる。これが第1の難点である。透明度の悪いYAG蛍  
光体をチップの上に満たすから、LEDからの光の多く

が吸収される。これに使われる青色Ga系LEDだけ  
だと、輝度1Cd以上、外部量子効率が5%以上という  
ような優れた特性を示す。

【0014】ところがGa系YAGは輝度が0.5Cd、  
外部量子効率が3.5%程度しかない。輝度が落ち  
るのはYAG蛍光体が光を吸収するからである。またY  
AG蛍光体の光変換効率が1%程度で低い。そのため  
に、黄色が優性な暖色系の白色にするためには蛍光材層  
をより厚くしなければならない。すると、さらに吸収が  
増えて、輝度、効率ともに下がる。また、発光材と蛍光  
材料が異種材料でできているために、製作工程が複雑で  
ある。さらに、YAG蛍光体を、充填塗布するため、製  
造コストを引き下げることができない、また、蛍光材の  
経時変化による色調変化等の欠点があった。

【0015】この発明は、上記のような問題点を解決す  
るためになされたもので、発光の取出効率が高く、製作  
工程が単純で、製造コストを切り下げることができるよ  
うに改良された発光装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発光装置  
は、第1波長の光を発光する第1の半導体基板を備え  
る。上記第1の半導体基板の上に、該第1の半導体基板  
から出射される第1波長の光の一部を透過させ、かつそ  
の一部を吸収し、第2波長の光を発光させる第2の半導  
体基板が設けられている。

【0017】この発明によれば、第1の半導体基板の上  
に第2の半導体基板を設けるという単純な方法で製造で  
きる。製造コストを切り下げることができる。また、第2半導体基板の透明性もよいので、発光の取出効  
率が高くなる。なお、第2半導体基板についても、欠陥  
密度の制約を設けることがなく、コストがかからない。

【0018】請求項2に係る発光装置によれば、上記第  
2の半導体基板は、樹脂を介在させて、上記第1半導体  
基板の上に設けられている。

【0019】請求項3に係る発光装置によれば、上記第  
2の半導体基板は、不活性ガスを介在させて、上記第1  
半導体基板の上に設けられている。

【0020】請求項4に係る発光装置によれば、上記半  
導体基板は、上記第1半導体基板に直接接触するように  
設けられている。

【0021】請求項5に係る発光装置によれば、上記第  
2の半導体基板の表面は、上に凸の曲面である。

【0022】この発明によれば、第2の半導体基板の表  
面が、レンズ状に加工されているので、光の指向性を向  
上させることができる。

【0023】請求項6に係る発光装置によれば、上記第  
1の半導体基板は複数層構造を有する。

【0024】請求項7に記載の発光装置によれば、上記  
第2の半導体基板は複数層構造を有する。

【0025】請求項8に係る発光装置によれば、上記第

2の半導体基板の材質および厚み、該基板中の不純物の種類、該不純物の濃度は、上記第1波長の光と上記第2波長の光の合成光が白色になるように選ばれている。

【0026】この発明によれば、単一のLEDで白色を出すことができる。請求項9に係る発光装置によれば、上記第1の半導体基板は、III-V族またはIII-V族化合物半導体基板を含み、上記第2の半導体基板は、III-V族化合物半導体基板を含む。

【0027】請求項10に係る発光装置によれば、上記第2の半導体基板中の不純物は、Li、Na、Cu、Ag、Au、N、P、As、IおよびAlからなる群より選ばれる。この中でも、特に、IおよびAlが好ましい。

【0028】請求項11に係る発光装置によれば、当該発光装置は照明装置または液晶表示装置のバックライトに使用される。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図について説明する。

#### 【0030】実施の形態1

図1は、実施の形態1に係る発光装置の断面図である。

発光素子	発光波長	窓材	発光波長	色度	色
InGaIn	480nm	I doped ZnSe 50μm	580nm	x=0.25, y=0.27	白色
	480nm	I doped ZnSe 500μm	580nm	x=0.32, y=0.32	白色
	485nm	Al, I doped ZnSe	600nm	x=0.50, y=0.29	ピンク
ZnSe/ZnCdSe	480nm	I doped ZnSe 50μm	580nm	x=0.25, y=0.27	白色
ZnSe/ZnCdSe	480nm	I doped ZnSe 500μm	580nm	x=0.32, y=0.32	白色
ZnSe	485nm	Al, I doped ZnSe	600nm	x=0.50, y=0.29	ピンク

【0034】表1中、x、yは、それぞれ、色度図における、赤に対応する刺激量と緑に対応する刺激量を表わしている。発光素子の波長、基板の不純物、厚さ等により、X、Yの値が制御できていることがわかる。

【0035】図2は、発光素子5としてInGaInを用い、窓材11にCVT (Chemical Vapor Transport) 法で作製したIドープのZnSe基板を用いた場合の、発光装置の発光スペクトルを示す。490nm付近に鋭いピークを持つ発光素子5からの発光と、610nm付近に鈍いピークを持つブロードな窓材11からのSA発光(自光励起光 (self-activated)) が組合されている。合成された光は白色である。

【0036】実施例では、白色の場合を例示したが、LED波長と窓材11の励起光の波長の組合せにより、多彩な色調を実現することができる。

【0037】実施の形態1によれば、発光素子5として、既に上市されている特性の安定した高出力のInGaIn系材料等が使用でき、その上にZnSe基板等の窓材を設けるだけであるので、製造工程が単純であり、また、製造コストを安価にすることができる。また、ZnSe基板については高欠陥密度のものや多結晶のものでも使用できるので、コストを安価にできる。

#### 【0038】実施の形態2

発光装置10は、第1のリード2、第2のリード3を備える。第2のリード2の上に、InGaIn系化合物半導体で形成された発光素子5が設けられている。発光素子5と第2のリードはワイヤ8で接続されている。発光素子5を透明モールド1が覆っている。透明モールド1の上にZnSe基板11が設けられている。

【0031】ZnSe基板(以下、窓材という)11には、Li、Na、Cu、Ag、Au、N、P、As、IおよびAlからなる群より選ばれた不純物が導入されている。窓材であるZnSe基板11は、従来、ガラス製の窓材であったものを、置換えたものである。窓材11は、発光素子5から出射される第1波長の光の一部を透過させる。また、窓材11は、発光素子5から出射される第1波長の光の一部を吸収し、第2波長の光を発光させる。第1波長の光と第2の波長の光の合成光は、たとえば白色になる。

【0032】表1には、発光素子5を種々変え、窓材11を種々変えて、発光装置10から発光する光の色を調べてみた結果を示す。

#### 【0033】

【表1】

発光素子	発光波長	窓材	発光波長	色度	色
InGaIn	480nm	I doped ZnSe 50μm	580nm	x=0.25, y=0.27	白色
	480nm	I doped ZnSe 500μm	580nm	x=0.32, y=0.32	白色
	485nm	Al, I doped ZnSe	600nm	x=0.50, y=0.29	ピンク
ZnSe/ZnCdSe	480nm	I doped ZnSe 50μm	580nm	x=0.25, y=0.27	白色
ZnSe/ZnCdSe	480nm	I doped ZnSe 500μm	580nm	x=0.32, y=0.32	白色
ZnSe	485nm	Al, I doped ZnSe	600nm	x=0.50, y=0.29	ピンク

図3は、実施の形態2に係る発光装置の概念図である。

【0039】筒12の底部に実施の形態1で説明したような発光素子5が設けられている。筒12の上部に、実施の形態1で説明した窓材11が設けられている。筒12の中には、不活性ガスが充填されている。このような実施の形態であっても、多彩な色調を有する光を得ることができる。

#### 【0040】実施の形態3

図4は、実施の形態3に係る発光装置の概念図である。高反射率電極13の上には、サファイア14の上にGaIn発光層がエピタキシャル成長したものが、GaIn発光層15と高反射率電極13が接触するように設けられている。サファイア14の上に、たとえば、実施の形態1で説明した窓材で使したZnSe基板11が設けられている。このような実施の形態においても、多彩な色調を有する光を得ることができる。この場合、高反射率電極13が発光素子5の下に設けられているので、発光素子5から下方に向かう光は、高反射率電極13により反射され、窓材11を通して、有効に、外部へ出射する。したがって、光の有効利用が図られる。

#### 【0041】実施の形態4

図5は、実施の形態4に係る発光装置の、部分断面図である。第1の半導体基板で形成された発光素子5の上

に、実施の形態 1 で説明した窓材 11 が設けられている。窓材 11 の表面は、上に凸のレンズ状に加工されている。窓材 11 の表面が平坦であると、発光素子 5 から出た光が全反射して、光が無駄になる場合があるが、実施の形態 4 によれば、窓材 11 がレンズ状に加工されているので、光を、図のように、直進させることができる。

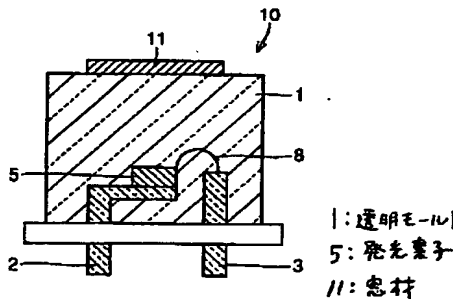
【0042】なお、上記の実施の形態では、窓材 11 が単一層の場合を例示したが、この発明はこれに限られるものでなく、複数層構造を有するものであってもよい。

【0043】このような発光装置は、照明用、表示用、液晶バックライトなどに利用できる。

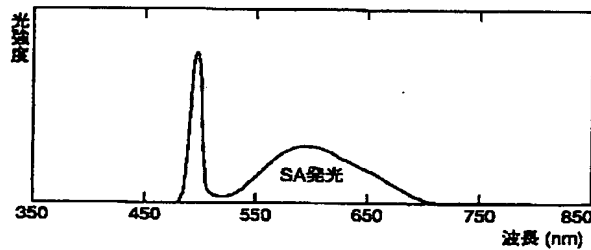
【0044】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

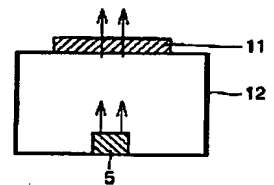
【図 1】



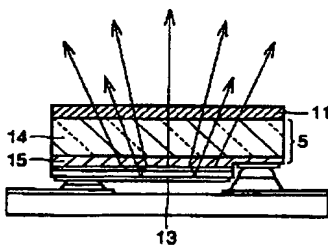
【図 2】



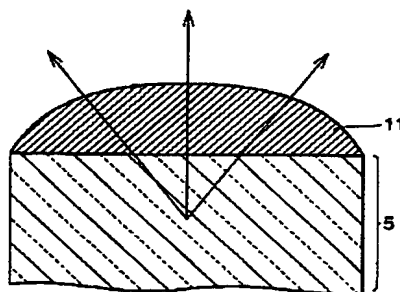
【図 3】



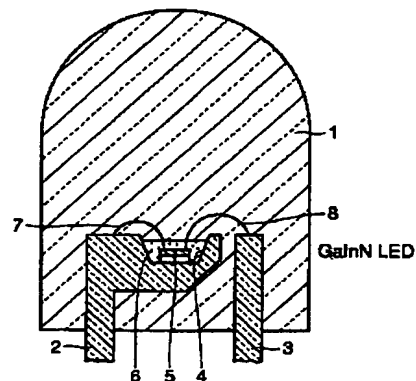
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 1】実施の形態 1 に係る発光装置の概念図である。

【図 2】実施の形態 1 に係る発光装置の発光スペクトル図である。

【図 3】実施の形態 2 に係る発光装置の断面図である。

【図 4】実施の形態 3 に係る発光装置の断面図である。

【図 5】実施の形態 4 に係る発光装置の部分断面図である。

【図 6】GaN 系 LED と YAG 蛍光体を組合せた、従来例に係る白色 LED の例を示す、パッケージを含む全体縦断面図である。

【図 7】上記従来の白色 LED の LED チップ近傍の拡大断面図である。

【図 8】従来の GaN 系 LED と YAG 蛍光体よりなる GaInN/YAG 白色 LED の発光スペクトル図である。

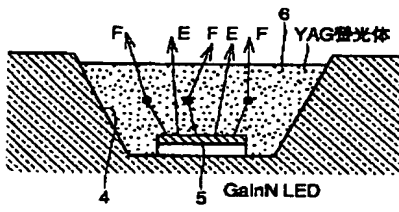
【符号の説明】

1 透明モールド

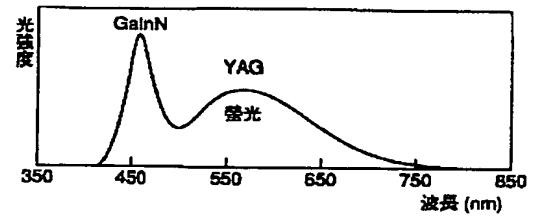
5 発光素子

11 窓材

【図7】



【図8】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-261034

(43)Date of publication of application : 22.09.2000

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 11-063047

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 10.03.1999

(72)Inventor : NAKAMURA TAKAO  
MATSUBARA HIDEKI

## (54) LIGHT EMITTING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light emitting device simplified in a manufacturing process, increased in light emission extracting efficiency, and improved in the decrease of manufacturing cost.

**SOLUTION:** A light emitting device is provided with a first semiconductor substrate 5 for emitting lights with a first wavelength, and a second semiconductor substrate 11 arranged above the first semiconductor substrate 5 for transmitting one part of the lights with the first wavelength outgoing from the first semiconductor substrate 5, and for absorbing one part, and for emitting lights with second wavelength. Thus, the combined light of the lights with the first wavelength with the lights with the second wavelength can be white.

